

ÜBER ZEIT UND ZEITKARTEN

Ulrich FREITAG

Institut für Geowissenschaften
Freie Universität Berlin
Bundesrepublik Deutschland
freitag@geog.fu-berlin.de



AZ IDŐRŐL ÉS AZ IDŐBELI TÉRKÉPEKRŐL

Összefoglalás

Ez a cikk az időről és az „időbeli térképekről” egy születésnap tanulmány; a születésnap megemlékezés már önmagában is az idő múlására emlékeztet minket. A tanulmány első része az idő fogalmának különféle vonatkozásait tárgyalja, mint az ember és a tér egyirányú, vissza nem fordítható dimenzióját. Olyan természeti jelenségeket is taglal, mint a Nap, a Hold és a Föld különféle együttállásai, amelyek hagyományosan megszabják a megbízható emberi időérzékelést. A tanulmány második része annak a tér-idő-kontinuumnak az elemzésével indul, melyben mi magunk is élünk. Ezután azon térképészeti eszközök és módszerek lehetőségeinek és korlátainak ismertetése következik, melyeket napjainkban a tér-idő-kontinuum leírására, illetve térképezésére használunk. Ez a rész a különféle, időben statikus hagyományos módon készített térképekkel kezdődik, majd a digitális, dinamikus térképekkel zárul.

ON TIME AND TIME-MAPS

Summary

This paper on time and time-maps is a scientific birthday essay as a birthday invites one to think about the passing of time. The first section of the essay reviews various aspects of time as a one-directional non-reversible dimension of space and man. It considers various natural constellations of sun, earth and moon which by convention determine reliable human time scales. Some thoughts are given to tools which indicate such time scales. The second section of the paper starts with the analysis of the space-time-continuum in which we live. Then the possibilities and limitations of various cartographic tools and methods are addressed which are in use at present to map or portray the space-time-continuum. This review starts with different types of static time maps of typographic origin and concludes with new dynamic time maps of electronic origin.

Die Zeit

Der **Geburtstag** ist im Leben jedes Menschen ein besonders wichtiger Zeitschnitt. Innerhalb dieses kurzen Zeitabschnittes vollzieht sich in einem Augenblick seine Geburt, sein Eintritt in unsere reale Welt. Von diesem Augenblick an nimmt er mit all seinen Sinnesorganen seine reale Umwelt immer differenzierter wahr und formt in sich ein mentales Bild dieser Welt. Von diesem Augenblick an beginnt seine Reise auf dem unsichtbaren Zeitpfeil der realen Zeit in eine Richtung; sein Körper, sein Geist beginnen sich stetig zu verändern, zu wachsen und zu altern. Immer wieder aber erinnern ihn aus Konvention oder Neigung andere Menschen an seinen ersten Tag in der Gesellschaft, in der Welt, mitunter in Form einer sentimental virtuellen Zeitreise in die Vergangenheit.

Das gilt auch für den warmen Tag, einen Sommertag, an dem in Budapest ein Mensch geboren wurde, den seine Eltern Istvan Klinghammer nannten. Die Konventionen der christlichen Kirche und das ungarische Kalendergesetz legten fest, dass dieser Tag der 10. Tag im 8. Monat (August) des Jahres 1941 war, als Sonntag ein hervorgehobener Tag des christlichen Kalenders, der seit der Reform des römischen Kalenders durch Papst Gregor XIII im Jahre 1582 in den meisten christlichen Ländern als gregorianischer Kalender eingeführt wurde und zur Zeitrechnung benutzt wird. Dieses Jahr war zugleich das 23. Jahr der Gründung der Republik Ungarn und das 3. Jahr des Zweiten Weltkrieges. Sichtbar gemacht werden alle diese Zeitangaben durch die in Europa gebrauchten arabischen Ziffern, entweder in der logischen Reihenfolge Jahr-Monat-Tag 1941.08.10 oder der umgekehrten Schreibweise Tag-Monat-Jahr 10.08.1941. Zur Unterscheidung von anderen Kalendern wird den Daten die Abkürzung A.D. für „Anno Domini“, d. h. im Jahre des Herrn (Jesus Christus), hinzugefügt. Inzwischen hat die Säkularisierung des christlichen Kalenders und seine globale Verwendung dazu geführt, dass jetzt die Abkürzung u.Z. für „unserer Zeitrechnung,“ benutzt wird.

Der **Kalender** Europas zählt nicht überall auf der Welt. In Japan z. B. wäre dieser Geburtstag im 16. Jahr der Showa-Ära des Kaisers Hirohito gefeiert worden, in China nach dem neuen Kalender im 30. Jahr der Gründung der Republik oder nach dem rituellen zyklischen Kalender im Jahr der Schlange, dem 17. Jahr des 77. Sechzig-Jahre-Zyklus bzw. dem 4638. Jahr dieses Kalenders. In Nepal feierte man ihn im Jahr 1998 der Vikrama Samvat-Ära, in Südindien im Jahr 1863 der Saka-Ära. In Thailand wäre das das Jahr 2484 der buddhistischen Zeitrechnung. In Saudi-Arabien dagegen wäre der Geburtstag am 17. Rajab im Jahr 1360 nach der Hedschra, der epochalen Auswanderung des Propheten Mohammed von Mekka nach Medina am 15. 07. 622 AD . Alle diese Kalender werden nicht durch die arabischen Ziffern, sondern durch verschiedene andere Ziffern, Buchstaben oder Symbole sichtbar, lesbar und verständlich gemacht.

Die unterschiedlichen Zeiteinteilungen und Kalender sind soziale Konventionen, sie sind auch Aus-druck politischer und wirtschaftlicher Macht sowie wissenschaftlicher Genauigkeit. Sie beruhen auf den Beobachtungen der gleichen natürlichen Erscheinungen, die aufgrund der räumlichen Unterschiede des Standortes und der Lebensbedingungen des Beobachters zu unterschiedlichen Interpretationen geführt haben. Die Grundeinheiten der Kalender aber sind die gleichen.

Der **Tag** ist die kürzeste natürliche Kalendereinheit. Er wird bestimmt als der einmalige Wechsel von Helligkeit (Tag im engeren Sinne) und Dunkelheit (Nacht); er ergibt sich aufgrund der Rotation des Erdkörpers um seine Achse und der wechselnden Einstrahlung des Sonnenlichts auf die meridionalen Streifen seiner Oberfläche. Früher sah man in dem jahreszeitlich wechselnden Sonnenaufgang über dem örtlichen Horizont den Beginn des (Arbeits-) Tages. Seit dem Ende des 19. Jahrhunderts wird allgemein Mitternacht, der theoretisch tiefste Sonnenstand, als Tagesbeginn angesehen. Und der Wechsel der Tage wird sichtbar im Fallen der bezifferten Kalenderblätter eines Abreißkalenders.

Jeder Tag wird nach dem Muster des sumerischen Sexagesimalsystems in 12 tageshelle Stunden und 12 Nachtstunden, jede der gleichlangen Stunden in 60 Minuten und jede Minute in 60 Sekunden geteilt. Mit der Einführung des Tagesbeginns um Mitternacht wurde auch in Wirtschaft und Wissenschaft die Teilung des Tages in 24 Stunden eingeführt; Vormittag und Nachmittag wurden Begriffe der Alltagssprache. Allgemein wird heute die Tageszeit wie das Kalenderdatum in arabischen Ziffern aufgeschrieben, meist in der logischen Reihenfolge Stunde-Minute-Sekunde 14:45:02 oder mit Abkürzungen lateinischer Begriffe 14 h. 45 min. 02 s.

Die **Tageszeit** wurde früher durch den Gnomon der Sonnenuhren oder durch den Pegel von Wasser- oder Sanduhren mit geringer Genauigkeit gemessen. Die Entwicklung der mechanischen Uhren mit zwölfzähligem Ziffernblatt und Zeigern seit dem 13. Jahrhundert verbesserte die Genauigkeit der Zeitbestimmung erheblich. Aber erst mit dem um 1750 geschaffenen Chronometer war ein mobiles Werkzeug der genauen Zeitbestimmung geschaffen worden. Es wurde nicht nur zur präzisen Positionsbestimmung von Schiffen auf See eingesetzt, es stellte in vielfacher Weise die engen Beziehungen zwischen Zeitverlauf und georäumlicher Entfernung her. Ortszeiten von Küsten, Bergen, Städten konnten nun sehr genau bestimmt werden. Ihre Vielfalt aber führte im 19. Jahrhundert in großräumigen Verwaltungs- und Wirtschaftsterritorien zur Forderung nach großräumig gleichen Zonenzeiten. 1884 wurden zum ersten Mal internationale Zonenzeiten festgelegt. – Zonenzeiten sind die 15° breiten Meridianstreifen der Erdoberfläche, für die die gleiche Zeit, die Ortszeit des Mittelmeridians, gilt. Sie beginnen mit der Zone, in der die Datumsgrenze bei 180° liegt, und folgt der Rotationsrichtung der Erde. Die Zonenzeit des internationalen Null-Meridians von Greenwich wird im internationalen Verkehr als Greenwich Mean Time GMT oder Universal Time UT bezeichnet. Heute gibt es Abbildungen der Zonenzeiten mit all ihren politisch bedingten Abweichungen in Schulatlanten, Flugplänen, auf Reiseweckern, Mobiltelefonen usw. Die Zeitzonenkarten mit azimutalen Gradnetzen betonen die Kontinuität der Zeit, diejenigen mit zylindrischen Gradnetzen die Gleichartigkeit der räumlichen Gültigkeitsbereiche. Die beste Darstellung der Zonenzeiten, ihre Abbildung als Streifen auf realen oder virtuellen Globen, wird wegen der schwierigen Handhabung der Globen selten verwendet. – Heute wird mit Hilfe von Atomuhren die internationale Basiseinheit der Zeit, die Sekunde, sehr genau bestimmt und digital durch eine vielstellige Ziffernfolge sichtbar gemacht. Seit 1967 wird die Zeiteinheit nicht mehr astronomisch durch die Rotation der Erde definiert, sondern physikalisch durch Änderungen der Energiezustände des Cäsium-Atoms.

Der **Monat** fasst mehrere Tage zu einer längeren Zeiteinheit zusammen. Im Unterschied zu den Tagen und Jahren werden die Monate, wie der Name sagt, durch Erde-Mond-Konstellationen bestimmt. Der Mond ändert durch seinen Umlauf um die Erde seine Helligkeit und seine Erscheinung. Steht er zwischen Sonne und Erde, ist er zu diesem Zeitpunkt der Konjunktion als Neumond von der Erde aus nicht zu sehen. Danach wird der Mond als schmale Sichel sichtbar; der Mondmonat beginnt. Als zunehmender Mond erscheint er heller und größer, erreicht als Vollmond zum Zeitpunkt der Opposition, der Sonne gegenüber, seine größte Form, um dann als spiegelverkehrte Sichel bis zum Neumond abzunehmen. Die Zeit zwischen zwei Konjunktionen ist der synodische Monat; er ist im Durchschnitt 29 d. 12 h. 44 Min. 3 s. Lang. Ein Mondjahr aus 12 synodischen Monaten, wie z.B. im islamischen Kalender, ist mit 354 oder 355 Tagen um 10-11 Tage kürzer als das Sonnenjahr des christlichen Kalenders. Durch Schalttage und Schaltjahre können beide Kalender in Übereinstimmung gebracht werden. Im christlichen Kalender ist der Monat nur noch eine Bezeichnung für ein Zwölftel des Jahres. Die Phasen des Mondes werden in vielen gedruckten Kalendern durch Symbole gezeigt; sie bestimmen die Zeitpunkte einiger religiöser Feste.

Das **Jahr**, womit das mittlere bzw. tropische Sonnenjahr gemeint ist, ist die Zeit, die die Erde benötigt, um auf ihrer fast kreisförmigen Bahn in der Ekliptik (Erde-Sonne-Bahnebene) einmal die Sonne zu umrunden. Diese Bewegung erscheint von der Erde aus als Bewegung der Sonne durch die Sternbilder auf einer Himmelskugel. Da die Äquatorebene der Erde gegenüber der Ekliptik um rund 23°27' geneigt ist, verändert die Sonne scheinbar ihre Bewegung und Höhe über dem örtlichen Horizont. In Budapest erreicht sie ihre höchste Kulmination mit 67°57' am Tag der Sommersonnen-wende, ihre tiefste mit 19°03' zur Wintersonnenwende. Die scheinbare Sonnenbewegung bestimmt so die Jahreszeiten und die periodisch unterschiedlichen Stunden der Tageshelle.

Die **reale Zeit**, in die die Menschen hineingeboren werden, ist heute der wichtigste Zeitbegriff. Durch die Beobachtung rhythmischer natürlicher Phänomene haben viele Menschen und Gesell-schaften versucht, die reale Zeit in feste und verbindliche Zeitphasen zu strukturieren und so zu einer objektiven Zeit zu machen; sie wird dann gemessene, metrische Zeit genannt. Diese Versuche kon-vergieren heute in physikalischen Definitionen der Zeiteinheiten und global verbindlich festgelegten Zeitmessungen und Zeitbegriffen wie z. B. dem der koordinierten Weltzeit (Universal Time Co-ordinated UTC). Von jedem Menschen wird aber die Zeit unterschiedlich erlebt. Diese subjektive Zeit wird nicht als kontinuierlich empfunden. Das Vergehen von Gegenwart, das Entstehen von Vergangenheit und das Erwarten von Zukunft wird zwar als eine nicht wiederholbare Abfolge eines Geschehens erlebt, aber in ihm werden die Geschehnisse, Ereignisse, die für Menschen oder Gruppen bedeutsam sind, zeitlich als länger empfunden als diejenigen, die nur wenig bedeutsame Geschehnisse aufweist. Geringe Motivation, geringe Aufmerksamkeit, nur passive Teilnahme am Geschehen führen zur Überschätzung der objektiven Zeit, hohe Motivation und Aufmerksamkeit, aktive Teilnahme am Geschehen führen zu ihrer Unterschätzung: die Zeit vergeht im Fluge.

Abbildungen der Zeit lassen die Unterschiede der objektiven und der subjektiven Zeit deutlich hervortreten. Abbildungen sind die sprachlichen, numerischen oder graphischen Darstellungen, die die Realität maßstäblich reduziert in ihren wesentlichen Merkmalen repräsentieren. Die wichtigsten Darstellungen der Zeit und des zeitlichen Geschehens werden für die Vergangenheit durch die Historiographie, die Geschichtsschreibung vorgelegt. In der Regel bedienen sie sich der natürlichen Sprache einer bestimmten Gesellschaft und entsprechen den Vorstellungen der Leser dieser Sprache. Selbst bei Darstellungen der Weltgeschichte betonen sie die Zeiten, in denen Akteure ihres Sprach- und Kulturraumes sehr aktiv waren, und verkürzen die Darstellung weniger ereignisreicher Zeiten. Der Vergleich einer älteren amerikanischen und einer jüngeren ungarischen Geschichte der Karto-graphie zeigt diese Tendenz. In jüngerer Zeit hat es Versuche gegeben, die objektive Zeit durch Synchrondarstellungen besser wiederzugeben. Dabei wird der Darstellung gleicher Zeiträume der gleiche Seiten- oder Textumfang zugebilligt. Ein Beispiel ist der englische Atlas des Zweiten Weltkrieges, der für jeden Monat von September 1939 bis August 1945 das globale Kriegsgeschehen durch Text, Karten und Bilder auf je einer Doppelseite darstellt.

Die Synchrondarstellungen lassen sich graphisch als Zeitpfeile mit gleichabständigen Markierungen für gleiche Zeitintervalle abbilden. Die Intervalle können, in Abhängigkeit von den Zeitmaßstäben der Historiographie, weltgeschichtliche Jahrhunderte oder nur Tage einer Revolutionsgeschichte kenn-zeichnen. Um in diese Abbildung der objektiven Zeit die subjektive Zeit (einer Kultur oder Epoche) einzufügen, können durch Zoomen Maßstabsänderungen vorgenommen werden: entweder werden die Markierungen umbeschriftet oder weitere Zeitpfeile mit kleineren Zeiteinheiten werden parallel zum Hauptpfeil aufgetragen. Anstelle von arithmetrisch geteilten können logarithmisch geteilte Zeitpfeile als Strecken oder Spiralen benutzt werden, wenn ereignisarme lange Zeiträume mit ereignisreichen kurzen Zeiträumen kombiniert werden, wie z.B. bei

der Darstellung geologischer Zeitalter. Graphische Zeitpfeile sind die Grundlage aller Entwicklungsdiagramme; sie werden dann als Zeitachsen bezeichnet. Sie werden häufig in Verbindung mit anderen Graphiken und mit Karten des Georaumes verwendet; sie sind auch wesentliche Bestandteile moderner Geschichtsatlantent.

Die Zeitkarten

Im **Raum-Zeit-Kontinuum**, in dem wir Menschen leben, ist die Zeit nur eine von vier Dimensionen. Sie unterscheidet sich von den räumlichen Dimensionen dadurch, dass sie nicht unmittelbar zu beobachten ist; wir nehmen sie nur als eine gerichtete, nicht umkehrbare, nicht wiederholbare Abfolge der veränderlichen Zustände der Realität wahr. Diese Realität ist der uns umgebende dreidimensionale Realraum und die durch Attribute beschreibbaren raumgebundenen Eigenschaften oder mobilen Gegenstände oder Objekte. Ein operationales Modell dieses Raums ist das sogenannte Objekt-Raum-Zeit-Modell der Geowissenschaften.

Der *Realraum*, auch geographischer oder Geo-Raum genannt, und die Objekte in ihm sind objektiv beschreibbare und messbare Erscheinungen. Der Georaum ist der Bezugsrahmen für die Anordnung und Abbildung der materiellen und geistigen Gegenstände, die sich als Positionen, Distanzen und Richtungen, durch Nachbarschaftsverhältnisse, Verbindungen und andere Merkmale beschreiben und objektiv abbilden lassen. Adäquate maßstäblich verkleinerte Abbildungen des Georaumes sind die dreidimensionalen Globen und Reliefs. Leichter zu handhaben, preiswerter herzustellen und vielseitiger zu gestalten sind die zweidimensionalen Karten, verebneten und maßstäblich verkleinerten graphisch-konstruktiven Abbildungen auf Papier oder auf Bildschirmen. Zu den Karten im weitesten Sinne gehören neben den Grundrißbildern auch die kartenverwandten Abbildungen, die als horizontale oder schräge Ansichten unterschiedliche Merkmale des Georaumes akzentuieren. Diese Merkmale werden meist in den Titeln der Karten genannt wie z. B. Reliefkarte, Niederschlagskarte, Straßenkarte. Dann können als Zeitkarten alle kartographischen Abbildungen zusammengefasst werden, die die Zeit als wesentliches Merkmal des Georaumes betonen oder berücksichtigen.

Außer dem Realraum sind andere Räume vorstellbar. Der mathematische oder *geometrische Raum* ist ein abstrakter Raum logischen Denkens; er ist homogen und stetig mit gleichartigen vertauschbaren Dimensionen. Vielseitiger und gesellschaftlich bedeutsamer sind die unterschiedlichen *Anschaunungsräume*. Sie sind die Räume der sinnlichen (Umwelt-)Wahrnehmung, der Erfahrung, des Denkens und Begreifens. Dabei werden individuelle Raumvorstellungen nicht nur aus persönlichem Raumerleben entwickelt, sondern auch unter dem Einfluss sozialer Gruppen: Erlebnisräume, Verhaltensräume, Handlungsräume, Rückzugsräume sind einige von ihnen. Im Unterschied zum Realraum sind ihre Dimensionen variabel entsprechend dem wechselnden oder wachsenden Erleben des Georaumes oder den wechselnden Anforderungen und Handlungszielen der Menschen. Die Abbildungen der Anschauungsräume sind in Inhalten und Dimensionen immer subjektiv.

Zeit wird in jedem Raum allein durch Veränderungen seiner „dinglichen Erfüllung“, der Attribute des Raumes oder der Eigenschaften raumgebundener Objekte wahrgenommen und abbildbar. Gerade die Dynamik des Raumes, ihre Vorgänge und ihre Ursachen sind in den letzten Jahrzehnten von den Geowissenschaften besonders intensiv untersucht worden. Dazu gehören Gebirgsbildung und plattentektonische Bewegungen, Meeresströmungen und globale Wärmetransporte, Klimaschwankungen und Desertifizierung, Bevölkerungswachstum und Migration, Verkehrserschließung und Verstädterung, um nur einige zu nennen.

Wichtige Voraussetzungen für die Hinwendung zur Erforschung dynamischer Vorgänge waren die Verfeinerung und Differenzierung der Aufnahmetechniken, die Sammlung und Verfügbarkeit großer Datenmengen, die Entwicklung komplexer Analysemethoden und die Verbesserung der Modellierung der dynamischen Vorgänge. Neben den mathematischen und physikalischen Modellen spielen dabei anschauliche graphische Modelle, vor allem kartographische Modelle, eine große Rolle.

Die meisten Karten wurden bis ins 20. Jahrhundert als graphische Abbildungen verschiedener Aspekte des Georaumes auf stabilen Zeichnungsträgern entworfen, gezeichnet, gedruckt. Einmal so fixiert, waren sie unveränderliche, statische Abbildungen. Auch die Zeit war in ihnen ein statisches Merkmal des Georaumes.

Statische Zeitkarten dieser Art wurden in der Regel wegen der allgemein langsamen Entwicklung der Gesellschaften lange nicht als unzureichend empfunden. Aber die europäische Erschließung neuer Regionen und Märkte sowie Kriege und Grenzveränderungen erforderten bei ihrer Darstellung nun Hinweise auf die Zeit, die dank der gregorianischen Kalenderreform bald einheitlich erfolgen konnte. Eine Zeitangabe erschien im Kartentitel oder in der Zueignung, meist als Kalenderdatum eines Zeitpunktes oder auch eines Zeitabschnittes. Ökonomische Überlegungen und die Differenzierung der professionellen Kartenherstellung führten dazu, dass im Kartenrand weitere Zeitangaben als Kalenderdaten ausgewiesen wurden: das Datum der Karten- oder Datenaufnahme, des Abschlusses von Kartenredaktion und Druckoriginalherstellung und der Nachträge. Alle diese Randangaben dienten dem Verständnis der Genauigkeit, der Aktualität und der zeitlichen Gültigkeit der Karte. Im Kartenbild selbst wurden und werden Kalenderdaten neben andere Signaturen gesetzt, um den Zeitpunkt besonderer Ereignisse wie Schlachten und Friedensschlüsse, Erdbeben oder andere Katastrophen innerhalb eines Zeitraums genau festzulegen. Alle Kalenderdaten gestatten die mentale Einordnung von Ereignissen in das langfristige Geschehen entlang eines globalen Zeitpfeils; die Zeit als Prozessgeschehen zeigen sie nicht.

Das gleiche gilt für Karten, die im Titel explizit die Zeit als Kartenthema nennen. Zu ihnen gehören die schon erwähnten Zeitzonekarten. Zu ihnen gehören auch die Isochronenkarten, die in der Regel räumliche Streifen in radialer Anordnung um ein Zentrum oder mehrere Ausgangspunkte zeigen, die bei gleichem Zeitaufwand von diesen Quellpunkten aus erreicht werden können. Der Zeitaufwand wird in Tagen, Stunden oder anderen Zeiteinheiten angegeben; er ist abhängig von der Geschwindigkeit der Mittel der Raumschließung. Im 19. Jahrhundert waren Isochronenkarten des Eisenbahnverkehrs von Landeshauptstädten aus verbreitet, heute sind es Isochronenkarten des Flugverkehrs. Die Isochronendarstellung wird auch eingesetzt, um das sukzessive Vordringen oder den allmählichen Rückzug von raumfüllenden Erscheinungen abzubilden. In ihnen werden die Isochronen aber als Grenzlinien interpretiert, wie bei Karten der jahreszeitlichen Schwankungen oder lang-jährigen Veränderungen der Waldgrenze, der Anbaugrenzen von Nährpflanzen, der Siedlungsgrenze, der Gletscherränder, der Trockengrenze u. ä.

Diese Hinweise unterstreichen die Tatsache, daß wir die Zeit und zeitliche Prozesse nur durch die Veränderungen der dinglichen Erfüllung, der Veränderungen der Objekte des Raumes wahrnehmen. Bei diesen raumzeitlichen Veränderungen können zwei wesentliche Typen unterschieden werden:

Veränderungen des Zustandes von Geoobjekten durch Wachstum oder Strukturprozesse und Veränderungen der Position von Geoobjekten durch Bewegung oder Wanderung. Als es Anfang des 20. Jahrhunderts reproduktionstechnisch möglich wurde, durch graphische Schichtung mindestens zwei raumzeitliche Zustände in einer Karte darzustellen, wurden diese Darstellungen dynamische Karten genannt. Sie bedienen sich aber doch nur statischer Signaturen, die versuchen, die Zeit vorstellbar zu machen; aber sie bleiben statische Zeitkarten. Besser ist es, die beiden unterschiedenen Kartentypen mit anderen,

eindeutigen Begriffen zu bezeichnen und sie Entwicklungskarten oder Genesekarten und Bewegungskarten oder Strömungskarten (flow maps) zu nennen.

Entwicklungskarten stellen die strukturellen Veränderungen von Phänomenen dar, die im Georaum an einem Standort, entlang einer Strecke oder flächenhaft verbreitet vorkommen und in der Karte als punkthafte, linienhafte und flächenhafte Diskreta abgebildet werden. In den Lehrbüchern der thematischen Kartographie, die um 1970 neu erschienen, sind die Probleme Darstellung von Entwicklungen nur als Teilprobleme der Objektdarstellung an verschiedenen Stellen behandelt worden. Besondere Beachtung fanden die Entwicklungsdiagramme, die für jede Art der Diskreta eingesetzt werden können. Aus der Vielfalt der Diagramme erweisen sich die mit Stäbchen oder Kurven in rechtwinkligen Koordinaten- oder Polarkoordinaten-Feldern für Darstellungen fortlaufender bzw. zyklischer Entwicklungen als besonders gut geeignet. Auch Zählrahmensignaturen können zu Diagrammen umgestaltet werden. Jeder Nationalatlas enthält Karten mit Entwicklungsdiagrammen, die für punktuelle Zeitverlaufs-Analysen gut geeignet sind.

Besser geeignet, die Entwicklungstendenzen in allen Teilen des Georaumes sichtbar zu machen, ist die Kombination mehrerer Karten des gleichen Raums zu verschiedenen Zeitpunkten. Die Serienkarte (oder Kartenserie) ist die bekannteste Kombination. Sie besteht aus der Aneinanderreihung (oder Gegenüberstellung) zweier oder mehrerer Karten, die den gleichen Raum und die gleichen Objekte mit den gleichen graphischen Mitteln zu verschiedenen Zeitpunkten zeigen ($t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$). Serienkarten sind am besten für die Wahrnehmung des Zeitverlaufs geeignet, da sie für viele Zeitpunkte mit geringen Zeitintervallen hergestellt werden können. Wenn sie - wie in einem Film - schnell nacheinander betrachtet werden können, kann das aktuelle Geschehen im Realraum im maßstäblich verkleinerten Kartenraum in einer maßstäblich verkürzten Präsentationszeit nacherlebt werden; zum besseren Verständnis kann die Präsentationszeit verändert oder wiederholt werden. Verfilmte Karten dieser Art waren die ersten dynamischen Karten und Vorbild der späteren Animationen. Bei zwei weiteren Kombinationsformen werden unterschiedliche graphische Mittel eingesetzt. Die *Additionskarte* oder Mehrphasenkarte ist die additive Kombination von Darstellungen eines Raumes und seiner Objekte zu verschiedenen Zeitpunkten in einer Karte ($t_1+t_2+t_3+\dots+t_n$). Die *Subtraktionskarte*, Differenzkarte oder Bilanzkarte zeigt die unterschiedlichen Entwicklungen eines Raumes zwischen einem Endzeitpunkt und einem vorhergehenden Zeitpunkt (t_2-t_1). Bei diesen Karten von Zeitkombinationen sind zwei Entscheidungen besonders wichtig: die Wahl der Zeitpunkte und die Wahl der Kartengraphik. Die Zeitpunkte sind in der Regel durch die Organisation der Datenaufnahme festgelegt, können aber durch Interpolation verändert werden. Die Kartengraphik wurde bisher empirisch oder empfindungsgemäß festgelegt. Dabei spielen Größenunterschiede punkt- und linienhafter Diskreta, aber auch Helligkeitsabstufungen und Farbfolgen eine große Rolle. Der logische Aufbau der Kartengraphik, der sich aus den stringenten Beziehungen zwischen Datenstruktur und Graphikstruktur als semiotisches System entwickeln lässt, wurde erst in den kartographischen Lehrbüchern berücksichtigt, die um 1995 erschienen und die Begriffe Visualisierung von Geodaten im Titel führten.

Bewegungskarten, die andere Form der statischen Zeitkarten, betonen in einer Karte die örtlichen Veränderungen der Objekte im Georaum zwischen verschiedenen Zeitpunkten, die räumliche Bewegung. Das wichtigste graphische Mittel für ihre Darstellung ist der Pfeil. Durch seine Spitze zeigt er die Zielrichtung, durch die Länge seines Schaftes die in einem Zeitintervall zurückgelegte Entfernung, durch die Schaftdicke die Menge bewegter Objekte, durch seine Lage den Bewegungsvorgang im Raum. Pfeile lassen sich durch Form-, Farbe- und Helligkeitsunterschiede zur Abbildung verschiedener Objekte oder Zeitintervalle variieren. Sie sind wesentliche Darstellungsmittel für Bevölkerungswanderungen, Feldzüge, Gütertransportwege u.ä. in modernen Geschichtsatlanten. Vielfach werden Entwicklungskarten durch Pfeildarstellungen ergänzt. Pfeile lassen sich auch zu

Strömungsfeldern von Vektoren zusammenfügen, wenn raumfüllende Bewegungen wiedergegeben werden sollen; nicht nur die Pfeilspitzen, sondern eingefügte Isochronen können darin Zeitintervalle ausweisen. Und dennoch können diese Karten den Zeitverlauf nur vorstellbar, nicht aber wahrnehmbar machen.

Dynamische Zeitkarten sind die einzigen Karten, durch die die raum-zeitlichen Prozesse auch als zeitliche Veränderungen wahrgenommen und als Vorgänge in der Realzeit begriffen werden können. Heute sind an die Stelle weniger Serienkarten auf Film zahlreiche dynamische Karten in elektro-nischen Medien getreten. Ihre Herstellung wurde seit den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts durch die Entwicklung und weite Verbreitung der elektronischen Informationstechnik möglich und durch die zeitgleiche Entwicklung der multitemporalen, multispektralen Fernerkundung des Georaumes gefördert. Der Einsatz kleiner mobiler Rechner und Bildschirme, die Vernetzung der Rechner, der schnelle Zugang zu zahlreichen, oft sehr spezialisierten Datenbanken und andere technische Erfindungen haben die Herstellung von Karten, insbesondere von Serienkarten, beschleunigt, ihre Formen verändert, ihre Nutzungsmöglichkeiten verbessert.

Die Nutzung von Karten als Hilfsmittel zum Erreichen bestimmter Handlungsziele im Georaum ist für die professionellen Kartographen von jeher von Bedeutung gewesen, sicherte doch die Nachfrage nach nützlichen Karten ihren Lebensunterhalt. Durch die Entwicklung der nichtkommerziellen administrativen und wissenschaftlichen Kartographie im 19. Jahrhundert trat die Frage nach einer effektiven Kartennutzung in den Hintergrund. Erst die im 20. Jahrhundert entwickelte Theorie der Kartographie, insbesondere unter dem Einfluss der Kommunikationstheorie seit 1970, stellte die Fragen nach den Zielen, Möglichkeiten und Grenzen der Kartennutzung wieder in den Vordergrund. Sie fanden auch Aufnahme in einige Theoriemodelle der Kartographie. Als wesentliche Faktoren, die die Effektivität der Kartennutzung beeinflussen, wurden die Kartennutzer, die Umstände oder Bedingungen der Kartennutzung und vor allem die Ziele der Kartennutzung oder Kartenfunktionen herausgearbeitet. In der europäischen Kartographie wurden neben einer invarianten Funktion wenigstens vier variante Funktionen benannt und analysiert. In der amerikanischen Kartographie wurde vor allem der Unterschied zwischen privater Nutzung zur georäumlichen Erkenntnis-gewinnung (exploration) und öffentlicher Nutzung zur Kenntnisvermittlung über georäumliche Phänomene (communication) herausgestellt.

Die Untersuchungen von dynamischen Karten auf ihre Eignung als Mittel der Exploration oder Kommunikation konzentrieren sich auf einige Probleme, die in den neuen Büchern über kartographische Animationen und Multimedialkartographie in allgemeinen Zusammenhängen benannt werden. Einige Untersuchungen konzentrieren sich auf das Problem, wie dem Kartennutzer durch eine kontrollierte Folge von Transformationen oder Anamorphosen des objektiven Realraums in einen subjektiven Realraum und umgekehrt das Verständnis des Georaumes ermöglicht oder erleichtert wird. Damit im Zusammenhang stehen Untersuchungen über die Form der Kartenpräsentation: über die Größe des überschaubaren Kartenfeldes, die Schnelligkeit, Dauer und Häufigkeit der zulässigen Betrachtungszeit, über Zeitpfeile, Kalenderdaten und Uhren, Legenden und Nebenkarten u.a. als hilfreiche Randangaben. Andere Untersuchungen widmen sich der Navigation in virtuellen Stadt- und Landschaftsmodellen und dem Problem der schnellen Zielfindung in ihnen.

Bei vielen Untersuchungen wird die Bindung an die kartographische Theorie durch die Benutzung der sogenannten dynamischen Variablen vorgenommen, die 1992 eingeführt wurden, um die seit 1967 bekannten sogenannten graphischen Variablen zu ergänzen. Die graphischen Variablen gelten heute als die Grundbausteine jeder Graphik, ob Diagramm, Netz oder Karte. Ihre Bedeutung erhielten sie vor allem dadurch, daß den Farb-Muster-Variablen die Fähigkeit zugesprochen wurde, bestimmte Datenstrukturen unmittelbar und eindeutig sichtbar zu machen, obwohl manche kognitiven Prozesse unberücksichtigt

blieben. Das System der graphischen Variablen wurde in der Folgezeit mehrfach variiert und durch adäquate sogenannte taktile und auditive Variablen-Systeme für die nicht-visuelle Wahrnehmung ergänzt. Ob und wie die einfachen dynamischen Variablen *display date*, *order*, *duration* und *frequency* und die zusammengesetzten Variablen *rate of change* und *synchronization* eingesetzt werden können, um dem Kartenutzer die Zeit in Karten wahrnehmen zu und in den verstandenen Realraum projizieren zu lassen, ist heute nicht eindeutig geklärt.

Vielleicht tragen diese Untersuchungen dazu bei, Karten in Zukunft als Mittel eingesetzt werden, um Ereignisse und Entwicklungen im Georaum nicht nur nach deren Eintritt verstehen, sondern sie auch durch Beantwortung der Fragen *wo*, *was*, *wieviel* und *wann* prognostizieren zu können.

Literatur

- BEHRMANN, W.: *Statische und Dynamische Kartographie*. IN: JB. F. Kartogr., 1941. 24-34.p.
- BERTIN, J. et al: *Atlas Historique universel. Panorama de l'histoire du monde*. Minerva, Geneve, 1997.
- BERTIN, J.: *Sémiologie Graphique. Les Diagrammes - les Réseaux - les Cartes*. Mouton, Paris, 1967 (deutsche Übersetzung 1974, english translation 1983)
- BLOK, C.A.: *Dynamic Visualization Variables in Animation to Support Monitoring*. In: Proc. 22nd Int. Cartogr. Conf., 2005, A Coruna (on CD-R)
- BLOK, C.: *Dynamic visualization in a developing framework for the representation of geographic data*, 2000. <http://www.cybergeopresse.fr/semiogra/blok/cblok.htm>
- BOLLMANN, J. – KOCH, W.G. (Hrsg.) : *Lexikon der Kartographie und Geomatik*. 2 Bde. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin
- DIBIASI, D. – MACEACHREN, A.M. – KRYGIER, J.B. – REEVES, C.: *Animation and the Role of Map Design in Scientific Visualization*. In: Cartogr. & Geogr. Info. Systems 19/4, 1992. 201-214 p., 265-266 p.
- DRANSCH, D.: *Computer-Animation in der Kartographie. Theorie und Praxis*. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1997.
- FABRIKANT, S.I. – GOLDSBERRY, K.: *Thematic Relevance and Perceptual Salience of Dynamic Geovisualization Displays*. In: Proc. 22nd Int. Cartogr. Conf., A Coruna (on CD-R), 2005.
- FREITAG, U.: *Kartographische Maßstäbe*. In: KANZ, W. – KRIZ, K. – RIEDL, A. (Hrg.): *Aspekte der Kartographie im Wandel der Zeit*. Festschrift f. Ingrid Kretschmer z. 65. Geburtstag. Wiener Schrift. z. Geogr. u. Kartogr., 2004, Bd. 16, Wien: 159-173
- HAHN, I.: *Sonnentage-Mondjahre*. Gondolat, Budapest & Urania, Leipzig-Jena-Berlin, 1989.
- HAKE, G. – GRÜNREICH, D. – MENG, L.: *Kartographie. Visualisierung raum-zeitlicher Informationen*. 8. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin-New York, 2002.
- HAWKING, S.: *A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes*. Bantam Books, New York
- KLINGHAMMER I. – PÁPAY Gy. – TÖRÖK Zs.: *Kartográfia történet*. ELTE, Budapest, 1995.
- KRAAK, M-J. – ORMELING, F.J.: *Cartography. Visualization of spatial data*. Addison Wesley Longman, Harlow, 1996.
- MACEACHREN, A.M.: *How Maps Work. Representation, Visualization and Design*. Guilford Press, New York-London, 1995.
- MACEACHREN, A.M.: *Time as a cartographic Variable*. In HEARNSHAW, H.–UNWIN, D. (Eds.): *Visualization in GIS*. Wiley & Sons, London, 1994. 115-130 p.
- PAPP-VÁRY Á. (Ed.): *Történelmi Világatlasz*. Kartográfiai Vállalat, Budapest, 1991.
- PÉCSI, M. (Ed.): *Magyarország Nemzeti Atlasza. National Atlas of Hungary*. Hungarian Academy of Science, Budapest, 1989.
- PITT, B.F.: *The Chronological Atlas of World War II*. Macmillan, London, 1989.

SCHIMKUS, A. (Red.): *Der große historische Weltatlas. Epochen- Ereignisse-Entwicklungen.* Ein ADAC Atlas. ADAC, München, 2004.

SZEGŐ, J.: *Human Cartography. Mapping the World of Man.* Swedish Council for Building Research, Stockholm, 1987.

THROWER, N. J. W.: *Maps and Man. An Examination of Cartography in Relation to Culture and Civilization.* Prentice-Hall, Englewood Cliffs N.J., 1972.

WITT, W.: *Lexikon der Kartographie.* Franz Deuticke, Wien, 1979.

